

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

01.03.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 2月16日

出願番号
Application Number: 特願2004-038253

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

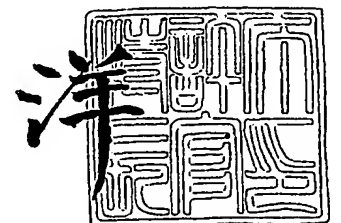
JP2004-038253

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2005年 4月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2161850319
【提出日】 平成16年 2月16日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01C 19/56
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 大内 智
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 相澤 宏幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

下端が連結部により連結された一对の振動部を有した音叉型振動子と、前記振動部上の上端側から導出され前記振動部を音叉振動方向に駆動するために設けられた駆動部と、印加された角速度により前記振動部に生じる撓みを検知するために前記振動部上に設けられた検知部とを備えた角速度センサの設計方法において、前記振動部の音叉振動方向における基本駆動周波数における駆動抵抗 R_1 と、前記振動部における前記基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動抵抗 R_2 の比を用いて、前記 R_1/R_2 が略 1 より小さくなるように設計することを特徴とした角速度センサの設計方法。

【請求項 2】

外乱振動周波数における振動は、振動部における音叉振動方向に対する中折れを引き起こす振動であることを特徴とした請求項 1 に記載の角速度センサの設計方法。

【請求項 3】

振動部は上下面に駆動電極を有した圧電体層からなり少なくとも上面に設けられた駆動電極の導出方向における長さを D 、振動部の延出方向における長さを L とし D/L の範囲を $0.38 \sim 0.46$ に設定することを特徴とした請求項 1 に記載の角速度センサの設計方法。

【請求項 4】

下端が連結部により連結された一对の振動部を有した音叉型振動子と、前記振動部上の上端側から導出され前記振動部を音叉振動方向に駆動するために設けられた駆動部と、印加された角速度により前記振動部に生じる撓みを検知するために前記振動部上に設けられた検知部とを備えた角速度センサにおいて、前記振動部の音叉振動方向における基本駆動周波数における駆動抵抗 R_1 と、前記振動部における前記基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動抵抗 R_2 の比を用いて、前記 R_1/R_2 が略 1 より小さくなるように構成されたことを特徴とする角速度センサ。

【請求項 5】

外乱振動周波数における振動は、振動部における音叉振動方向に対する中折れを引き起こす振動であることを特徴とした請求項 4 に記載の角速度センサ。

【請求項 6】

振動部は上下面に駆動電極を有した圧電体層からなり、少なくとも上面に設けられた駆動電極の導出方向における長さを D 、振動部の延出方向における長さを L とし、 D/L の範囲を $0.38 \sim 0.46$ に設定したことを特徴とする請求項 4 に記載の角速度センサ。

【請求項 7】

検知部は上下面に検知電極を有した圧電体層からなり、少なくとも上面に設けられた検知電極の導出方向における長さを D 、振動部の延出方向における長さを L とし、 D/L の範囲を $0.38 \sim 0.46$ に設定したことを特徴とする請求項 4 に記載の角速度センサ。

【請求項 8】

振動部上における駆動部の上端から振動部の先端の間に、前記駆動部および検知部とは独立した付加質量部を設けたことを特徴とする請求項 4 に記載の角速度センサ。

【請求項 9】

付加質量部の形状を調節することで振動部の駆動方向を調節したことを特徴とする請求項 8 に記載の角速度センサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】角速度センサおよびその設計方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に角速度センサ及びその設計方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に角速度センサは、下端が連結部により連結された一对の振動部を有する音叉型振動子と、振動部上の上端側から導出され振動部を音叉振動方向に駆動するために設けられた駆動電極と、印加された角速度により振動部に生じる撓みを検知するために設けられた検知電極とを備えた構造となっており、この中でも特に振動部を設計するにあたっては、振動部における駆動抵抗を小さくすることのみ重要視した設計となっていた。

【0003】

なお、この出願の発明に関する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献1が知られている。

【特許文献1】米国特許第5438231号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そして、このように構成される角速度センサにおいては、近年、特に車載用途において小型でありながら高い信頼性が要求されるようになってきていることから、外部から突発的に加わる振動、いわゆる外乱に対する特性の向上は急務である。

【0005】

しかしながら、振動部の設計において、従来、駆動抵抗のみを重要視して設計が行われていたため振動部自体が有する音叉振動方向における基本駆動周波数以外の固有振動周波数成分が外乱として振動部に入力されることにより振動部が不要な振動を起こしてしまい角速度センサから不要信号を出力してしまうという問題を有していた。

【0006】

そこで、本発明はこのような問題を解決し外乱に強い角速度センサおよびその設計方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この目的を達成するために本発明は、特に、角速度センサの振動部を設計するにあたり、振動部の音叉振動方向の基本駆動周波数における駆動抵抗と、振動部における基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動抵抗との比を設計要素として取り入れたのである。

【発明の効果】

【0008】

このように角速度センサを設計することで、外乱に強い角速度センサを提供することができるのである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の一実施形態について図面を用いて説明する。

【0010】

図1は角速度センサに用いられる音叉型振動子を示す正面図であり、基本構造は例えばシリコンから構成され2本の並設された振動部1a, 1bがその下端において連結部1cにより連結された音叉型振動子1から構成されている。

【0011】

また、振動部1aには一对の駆動部2を有し、駆動部2の構成としては特に図示していないが圧電体層の上下面に駆動電極が設けられ、駆動部2として示された上面の駆動電極

は振動部 1 a において下端から上端側に向けて設けられている。

【0012】

また、一对の駆動部 2 の間には検知部 3 が設けられ、駆動部 2 と同様に特に図示していないが圧電体層の上下面に検知電極が設けられ、検知部 3 として示された上面の検知電極は振動部 1 a において下端から上端側に向け、駆動電極とほぼ同じ長さとなるように設けられている。

【0013】

振動部 1 b には振動部 1 a に設けられた検知部 3 と同じ構造の検知部 3 が設けられ、この検知部 3 に並設されるようにモニタ部 4 が設けられている。なお、このモニタ部 4 も検知部 3 と同様に圧電体層の上下面にモニタ電極を設けた構成となっている。

【0014】

また、連結部 1 c には駆動部 2、検知部 3、モニタ部 4 の各電極を外部に引き出すための接続電極 5 が設けられている。

【0015】

そして、駆動部 2 の駆動電極に対する電圧の印加を制御することにより振動部 1 a が矢印 6 (X 軸方向) で示す音叉振動方向に振動し、この振動に伴って振動部 1 b が共振する構造となっている。なお、モニタ部 4 から出力されるモニタ信号は振動部 1 a, 1 b における駆動振幅を検知するものであり、モニタ部 4 からの信号を駆動電圧制御回路 (特に図示せず) にフィードバックするものである。また、各振動部 1 a, 1 b に設けられた検知部 3 は、Y 軸周りに印加された角速度により振動部 1 a, 1 b に加わったコリオリ力 (Z 軸方向に発生する) を電気信号に変換し出力するものである。

【0016】

このように構成される角速度センサにおいて、振動部 1 a, 1 b を設計するのにあたり振動部 1 a, 1 b の音叉振動方向の基本駆動周波数における駆動抵抗 R_1 と、振動部 1 a, 1 b における基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動抵抗 R_2 の比を設計要素として取り入れたのである。

【0017】

この点については、背景技術において説明したように従来の振動部 1 a, 1 b の設計は、音叉振動方向における駆動抵抗 R_1 をいかに減少させ消費電力を抑制するかを追求していたものであるのに対し、近年のさらなる外乱に対する高信頼性つまり出力信号の高精度化の要望に応えるべく鋭意検討した結果、図 2 に示すごとく基本駆動周波数における振動部 1 a, 1 b の音叉振動方向の駆動抵抗を R_1 、基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動部 1 a, 1 b の振動抵抗 R_2 、振動部 1 a, 1 b の長さを L 、駆動電極の長さを D とし、 R_1/R_2 を縦軸に、 D/L を横軸にとることで、これらの相関関係が 2 次曲線的な軌跡をとることを初めて見出し、これに基づき角速度センサを設計することで外乱に強い構造とすることができたのである。

【0018】

また、この図 2 に示された振動抵抗 R_2 は振動部 1 a, 1 b の持つ固有振動周波数の中でも図 3 に示されるような音叉振動方向に対する振動部 1 a, 1 b の中折れを引き起こす振動に対するもので、この振動は角速度センサにおいて基本駆動周波数に次いで起こりやすい現象であるため、振動部 1 a, 1 b が X 軸方向において同じ方向に振動してしまうモードや、Z 軸方向において同じ方向に振動してしまうモードなど、他のモードに加えて新たに設計要素として取り入れることにより、信頼性を向上させることができたのである。

【0019】

なお、この中折れ振動における具体的な対策としては、先に延べた R_1/R_2 の値が 1 以下となる D/L の値が 0.38~0.46 の範囲、つまり駆動電極 D の長さが振動部 1 a, 1 b の長さ L の 4~5 割となる範囲に設定すれば良いのである。ここで、 R_1/R_2 の値が 1 以下としているのは、 R_1 が基本駆動周波数における振動部 1 a, 1 b の音叉振動方向の駆動抵抗で、 R_2 が外乱振動周波数における振動部 1 a, 1 b の振動抵抗 R_2 であることから、この比の値を 1 以下に設定することで、振動部 1 a, 1 b が外乱の影響を

受けにくいものとできるからである。

【0020】

また、振動部 1 a, 1 b の一部分に駆動部 2、検知部 3 やモニタ部 4 等を設けることで振動部 1 a, 1 b の表面が露出してしまうのであるが、この部分においては図 1 に示されるよう各電極等とは独立した付加質量部 7 を設けることが望ましい。

【0021】

この構成は振動部 1 a, 1 b に対する各電極等の形成に起因するもので、一般的な電極形成として音叉型振動子 1 を形成するシリコン基板上に各電極を形成するベース電極を一面に形成しこのベース電極から不要な電極をエッチングにより除去しそれぞれの電極パターンを形成するもので、このエッチングによりシリコン基板の表面を不要に傷つけることは角速度センサの特性バラツキに繋がってしまうため、この露出面を極力少なくすることが重要となるからである。同様のことは圧電体層のエッチングについてもいえる。

【0022】

また、この付加質量部 7 の構造は、駆動部 2 や検知部 3 と同様で、圧電体層の上下面に付加質量電極を設けた構成とすることで、他の駆動部 2 や検知部 3 と同時に形成でき、特に付加的な工程を設けることなく容易に形成できるものである。

【0023】

なお、検知部 3 における上面に設けられた検知電極の長さは、同じく駆動部 2 における上面に設けられた駆動電極の長さに合わせ、その端面位置を揃えることで対峙する付加質量部 7 の端面を直線的に形成することができシリコン基板表面の露出をより抑制できるものである。

【0024】

また、この付加質量部 7 を設けることで振動部 1 a, 1 b に錘が付加された状態となり、基本駆動周波数が低くなるため、所望の駆動周波数に合わせるためには、振動部 1 a, 1 b の長さを短くするか、振動部 1 a, 1 b の幅を大きくする必要がある。言い換えれば、この付加質量部 7 を設けることによって、振動部 1 a, 1 b を短くすることで角速度センサの小型化が実現でき、また、振動部 1 a, 1 b の幅を大きくすることで、そこに設けられる駆動部 2 や検知部 3 の面積を拡大し、駆動効率や検知効率を向上させることができるのである。

【0025】

さらに、付加質量部 7 をトリミング加工などによってその形状を調整することで、振動部 1 a, 1 b の質量や重心位置を調節できるので、よりノイズの少ないさらに高精度な角速度センサを提供できるのである。

【0026】

なお、上述した説明においては、振動部 1 a 上の駆動部 2 を主に説明したものであるが、これは駆動部 2 を片側の振動部 1 a にのみ設けたいいわゆる片側駆動の構造となっているためであり、他方の振動部 1 b の設計においても、振動部 1 a の設計を配慮しモニタ部 4 や検知部 3 を振動部 1 a 上の電極レイアウトと対称的なレイアウトに設定し、さらにその対称性を向上させるべくダミー電極 8 を設けた設計としている。

【0027】

また、この一実施形態において角速度センサは駆動部 2 を片側の振動部 1 a にのみ設け片側駆動の構造となっているが、本発明はこのような形態にとらわれるものではなく、駆動部 2 を両側の振動部 1 a, 1 b に設ける、いわゆる両側駆動の構造においても同様の効果を奏するものである。

【産業上の利用可能性】

【0028】

本発明にかかる角速度センサは、外乱に対するノイズの発生を抑制するという効果を有し、特に車載向け用途において有用である。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図 1】 本発明の一実施形態における角速度センサの音叉型振動子の正面図

【図 2】 同角速度センサにおける振動部の設計概念を示すグラフ

【図 3】 同角速度センサにおける音叉型振動子の外乱振動の状態を示す図

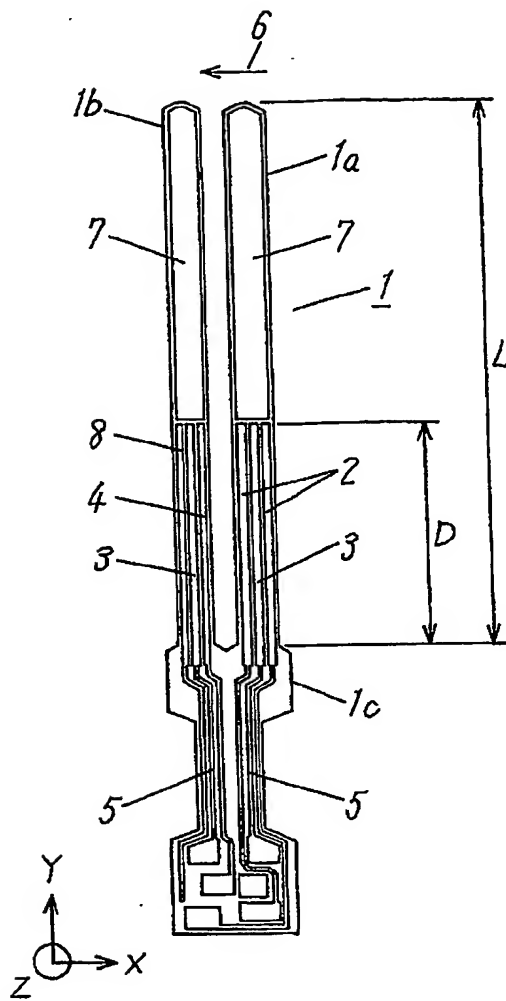
【符号の説明】

【0030】

- 1 音叉型振動子
- 1 a, 1 b 振動部
- 1 c 連結部
- 2 駆動部
- 3 検知部

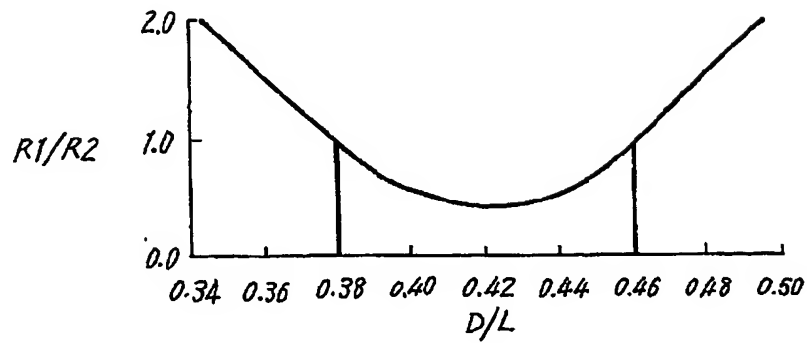
【書類名】 図面

【図 1】

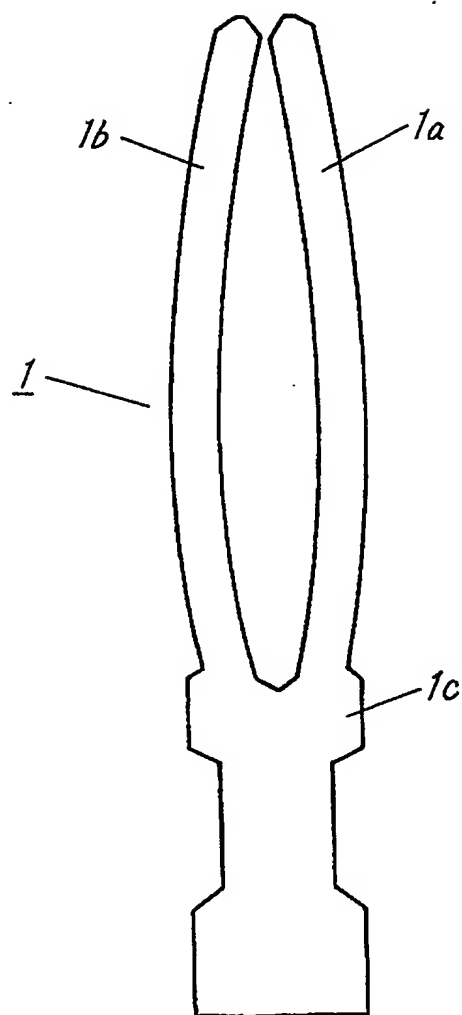


- 1 音叉型振動子
- 1a, 1b 振動部
- 1c 連結部
- 2 駆動部
- 3 検知部

【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 本発明は角速度センサ及びその設計方法に関するものであり、外乱に対するノイズの発生を抑制するものである。

【解決手段】 角速度センサの振動部 1 a, 1 b を設計するにあたり、振動部 1 a, 1 b の音叉振動方向の基本駆動周波数における駆動抵抗 R 1 と、振動部 1 a, 1 b における基本駆動周波数とは異なる外乱振動周波数における振動抵抗 R 2 の比を設計要素として取り入れるのである。このように設計することで、外乱に強い角速度センサを提供する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 3 8 2 5 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001374

International filing date: 01 February 2005 (01.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-038253
Filing date: 16 February 2004 (16.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 21 April 2005 (21.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse